



## MANTENIMENT DELS MOTORS PRINCIPALS M43C MAK

AUTOR: BERNAT FORNER CASTELLSAGUÉ

TITULACIÓ: DIPLOMATURA EN MÀQUINES NAVALS

DIRECTOR: RAMON GRAU MUR

CURS:

QUATRIMESTRE:

FACULTAT DE NÀUTICA DE CATALUNYA (UPC)

Aquest treball el dedico al meu pare Joan Forner Solana, a la meva mare  
Montserrat Castellsagué Casals i a les meves germanes, M<sup>a</sup>del Mar i  
Eulàlia

Vull agrair el bon tracte a tripulació del Martin i Soler on vaig realitzar com alumne les pràctiques amb vaixell. També agrair en especial al tutor de treball Ramon Grau Mur l'ajuda prestada.

# Índex

1. Introducció	6
1.1 Objectiu	6
1.2 Abast	6
1.3 Descripció	6
2. Manteniment de una instal·lació	7
2.1 Definició del pla de manteniment	7
2.2 Aspectes mediambientals	8
2.3 Normativa de gestió de residus	11
3. Vaixell Martin i Soler	12
4. Motors principals M43C del Martin i Soler	13
4.1 Motor basic	12
4.2 Control	17
4.3 Aire per arrancar	18
4.4 Adm i Esc	19
4.5 Combustible	19
4.6 Lubricació	20
4.7 Refrigeració	21
5. Pla de manteniment per MM.PP. M43C	22
5.1 Classe e inspeccions del Boreau Veritas	22
5.2 Ítems dels MM.PP que les SS.CC. marquen inspeccionar	24
5.3 Estudi del manteniment dels MM.PP	27
5.4 Manteniment depenent si el vaixell esta parat o no	39
5.5 Manteniment segons la periodicitat	40
6. Operativa del Vaixell	41
6.1 Hipòtesi del pla de navegació	41
6.2 Distribució de feines i personal disponible pel manteniment	42
6.3 Hores d'estància a port	44
6.4 Hores necessàries per realitzar el manteniment dels MM.PP.	44
6.5 Planificació del manteniment dels motors M43C de 5 anys	45
7. Conclusions	48
8. Bibliografia	49

## Annexes;

- Annex 2. Aspectes mediambientals i gestió de residus
- Annex 3. Característiques del Martin i Soler
- Annex 4. Components del motor M43C
- Annex 5. Manual d'inspecció del Bureau Veritas i Manual del motor M43C
- Annex 6. Pla de manteniment de 5 anys

## Llistat de taules;

Taula 1. Característiques principals del vaixell	12
Taula 2. Classe imposada per la SS.CC al Martin i Soler	21
Taula 3. List Management	26
Taula 4. Codificació	27
Taula 5. Inspeccions	32
Taula 6. Proves	34
Taula 7. Lubrificacions	34
Taula 8. Reposicions elementals	35
Taula 9. Reposicions parcials	36
Taula 10. Reposicions generals	38

Taula 11. Treballs a motor parats	39
Taula 12. Treballs a motor no parats	39
Taula 13. Manteniment segons la periodicitat	40
Taula 14. Horari Tanger- Algeciras	41
Taula 15. Horari Barcelona- Balears	42
Taula 16. Duració de les feines de manteniment	45
Taula 17. Planificació de 4 mesos Algeciras	46
Taula 18. Planificació de 2 mesos Balears	47

# **1. Introducció**

## **1.1 Objectius**

Aquest es el treball de final de carrera de Diplomatura en Màquines Navals .Aquest te com objectiu el estudi del pla de manteniment dels motors principals d'un vaixell, en aquest cas del vaixell Martin i Soler de la companyia Balearia.

## **1.2 Abast**

En aquest treball s'estudia el actual pla de manteniment dels motors principals del vaixell Martin i Soler i es realitza una nova planificació per els següent període quinquennal 2013-2018. Aquest motors de combustió son els encarregats de generar l'energia mecànica necessària pel moviment dels eixos dels propulsors de popa, i per altre part, els alternadors de cua per generar energia elèctrica.

El treball estableix les feines de manteniment realitzades als motors principals, encara que, es evident existeixen altres treballs dedicats a altres serveis del vaixell. S'ha optat per aqueta reducció, degut a la magnitud de treballs que hi pot haver al vaixell. Per altra part, degut a que es tracta d'un dels equips imprescindibles en un vaixell, hi ha molta informació per dissenyar un pla de manteniment vialbe.

## **1.3 Descripció**

El treball comença descrivint el concepte de pla de manteniment. Aquesta descripció te com objectiu aportar els coneixements necessaris per analitzar el pla de manteniment dels motors principals del vaixell en qüestió. De manera addiciona, es fa menció de la normativa mediambiental vigent que ha de complir tota instal·lació industrial o naval; a més de la gestió de residus, aspecte important a tenir en compte per desfer tots els residus generats durant els manteniments.

A continuació presentem el vaixell Martin i soler i definim les seves característiques, seguit d'una descripció exhaustiva dels motors principals MAK M43C.

En els capítol 5 es fa un anàlisis dels treballs de manteniment dels motors principals del vaixell, es menciona els ítems a inspeccionar estipulats per la societat classificadora en un període màxim de 5 anys. Seguidament, s'explica la codificació i anàlisis de les feines de manteniment existents. Y es classifiquen els manteniments segons el estat del vaixell y la periodicitat. El capítol 6 que va a continuació, s'estudia el pla de navegació del vaixell, les hores del personal disponible, les hores d'estància al port i les hores necessàries per realitzar els manteniments i finalment es presenten les conclusions del treball.

Cal destacar; els annexes, El primer conte don prové la informació dels aspectes mediambientals i la normativa de gestió de residus, El segon annex, son fixes de les característiques del vaixell de les drassanes on es va construir. En el tercer, hi ha un suport fotogràfic de les parts descrites dels motors principals. En el quart, adjunto el manual del motor, el manual que utilitzen las SS.CC per realitzar les inspeccions del vaixell, i un llistat de tots els ítems de la màquina a inspeccionen per les SS.CC. Per acabar el annex mes important es el que conte al Excel amb els horaris, la duració dels treballs i el pla de manteniment des del 2013-15.

## **2. Manteniment d'una instal·lació**

### **2.1 Definició del pla de manteniment**

El manteniment son totes aquelles activitats que es duen a terme a una instal·lació o equip per evitar errors dels equips, prevenint les incidències abans de que passin

La Federació Europea de Associacions Nacionals de Manteniment (EFMNS) defineix el manteniment com:

El conjunt d'activitats tècniques i administratives amb la finalitat de conservar o restituir un sistema, subsistema, instal·lació, planta, màquina, equip, estructura, edifici, conjunt, component o pesa amb la condició que li permeti desenvolupar la seva funció.

Els Objectius principals del manteniment son;

3. Reduir els costos deguts a las parades per averies
4. Limitar el deteriorament de la màquina
5. Proporcionar coneixements i assistència

El manteniment es un conjunt d'activitats tècniques i administratives que s'apliquen als equips, es a dir, la probabilitat o facilitat de tornar un equip a condicions operatives, en un cert temps. Existeixen diferents tipus de manteniment:

- Manteniment correctiu: feines de reparació de equips o components avariats
- Manteniment preventiu: feines de inspecció, control i conservació d' un equip amb la finalitat de prevenir, detectar o corregir defectes, tractant de evitar averies en el mateix. A partir d' estudis de manteniment, es programen les activitats de manteniment.
- Manteniment preventiu: feines de seguiment de l'estat i desgast de una o més peces o components d'equips prioritari a través de anàlisis de síndromes, o anàlisis per avaluació estadística, que determinen el punt exacte d la seva substitució.

En un vaixell o altre instal·lació, es necessari crear un pla de manteniment que defineixi les actuacions de manteniment necessàries en un ítem i els intervals temporals amb que es té que efectuar.

En aquest treball s'abordarà el estudi del manteniment preventiu dels motors principals M43C del vaixell Martin i Soler, degut a que no interessa el manteniment correctiu ja que pot causar parades no previstes i alterar el pla de navegació que porta el vaixell, fent perdre diners degut als viatges que es puguin cancel·lar i al abast que pot tenir la averia

## 2.2 Aspectes mediambientals

Les empreses son creades per donar un servei a canvi de un benefici. El fet de que la empresa tingui un compromís mediambiental, suposa un valor afegit de cara a asseguradores, clients, proveïdors i consumidors en general. D'aquesta manera, la empresa té un responsabilitat amb el medi ambient i te que respectar qualsevol entorn en el que desenvolupa la seva activitat econòmica.

Per això, existeixen diferents instruments que las empreses poden adoptar per reconèixer les polítiques mediambientals que segueixen en les seves activitats; a nivell europeu existeix el reglament EMAS, mentre que a nivell internacional s'utilitzen les normes ISO.



El EMAS és un sistema voluntari de gestió ambiental que permet a les organitzacions avaluar i millorar el seu comportament ambiental. Aquest sistema de gestió, és conegut internacionalment com el sistema EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) i es troba regulat en el Reglament (CE) 1221/2009, de 25 de novembre de 2009, conegut com EMAS III.

El reglament EMAS accepta que qualsevol organització, o part d'aquesta, per adherir-se a aquest sistema de gestió ambiental té que complir amb les següents etapes (*article 4 del reglament (CE) 1221/2009 del parlament europeu*):

- **Anàlisi ambiental:** és l'anàlisi preliminar d'activitats, productes i serveis, per identificar els aspectes ambientals com a base per a l'establiment del sistema de gestió ambiental de l'organització.
- **Política ambiental:** és l'eina clau per a la comunicació pública de les prioritats i les intencions ambientals de l'organització, i s'ha de posar per escrit i adoptar al màxim nivell directiu.
- **Sistema de gestió ambiental:**
  - a. Planificació:
    - Identificació i avaluació d'aspectes
    - Identificació dels requisits legals i altres requisits
    - Establiment d'objectius, fites i programes de gestió ambiental
  - b. Implementació i operació
    - Recursos, funcions, responsabilitat i autoritat
    - Competència, formació i presa de consciència
    - Comunicació
    - Documentació
    - Control de documents
    - Control operacional
    - Preparació i resposta davant emergències



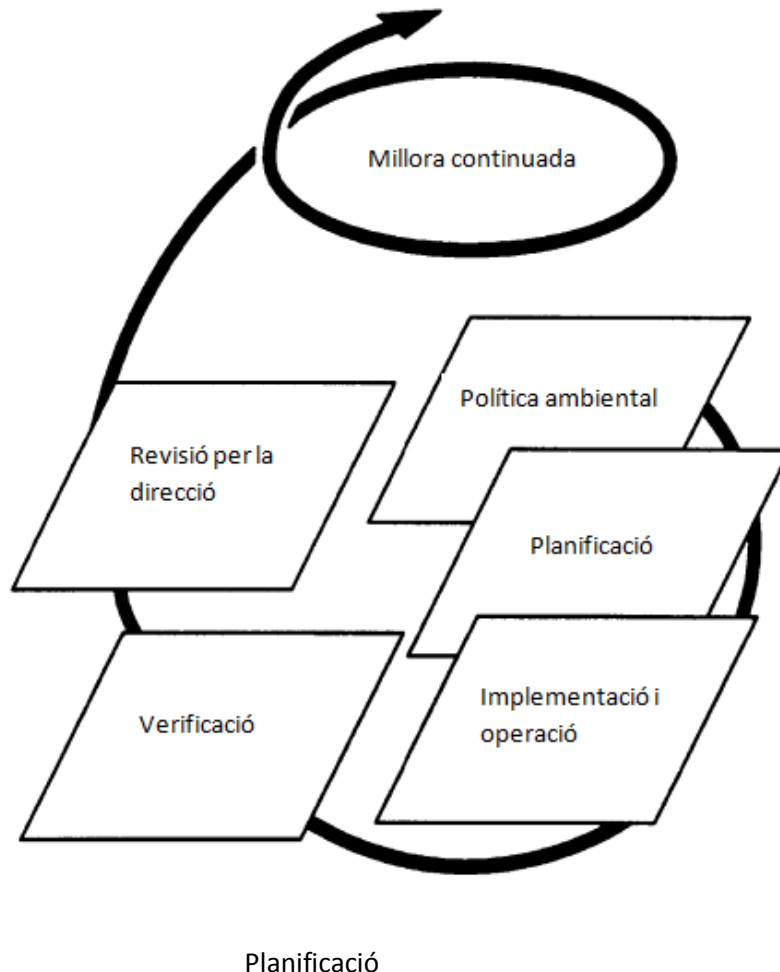
- c. Verificació
    - Seguiment i mesurament
    - Avaluació del compliment legal
    - No-conformitat, acció correctiva i acció preventiva
    - Control dels registres
    - Auditoria interna
  - d. Revisió per la Direcció
    - Redefinició d'objectius
    - Modificació de la política, si cal
    - Modificació de la documentació
- **Declaració ambiental:** Document que consta de; nom, número d'acreditació o autorització del verificador i data de validació. Aquest document, constitueix un instrument de comunicació i diàleg amb el públic i altres parts interessades sobre el comportament ambiental de l'organització i la seva millora continua. Per això la majoria d'organitzacions han d'actualitzar anualment la informació de la declaració ambiental i fer-la validar cada any.

En referència a la normativa internacional, la Organització Internacional per la Estandardització (ISO) ofereix una sèrie de famílies normatives. La ISO és un organisme no governamental, el qual les seves normes són de caràcter voluntari, ja que no té autoritat per imposar-les a cap país.

Així que quan ens referim a la gestió mediambiental empresarial existeix la família de normes ISO 14000, que estipulen els estàndards de gestió mediambiental en entorns de producció.

Dins d'aquesta família destacar, la norma 14001, que pretén donar com a resultat la millora de les tasques mediambientals. Per tant, aquesta norma internacional es basa en la premissa de que la organització revisarà i avaluarà paròdicament el seu sistema de gestió ambiental per identificar oportunitats de millora i la seva implementació. El ritme que la organització vulgui implementar aquesta millora vindrà determinat per les circumstàncies econòmiques o d'altres.

- Aquesta norma internacional es basa en la metodologia coneguda com ;
  - a. **Planificar:** Establir els objectius i processos necessaris per aconseguir resultats d'acord amb la política ambiental de la organització
  - b. **Fer;** Implementar els processos
  - c. **Verificar;** Realitzar el seguiment i la medició dels processos respecte la política ambiental, els objectius, les mets i els requisits legals e informar sobre els resultats
  - d. **Actuar:** accions per millorar contínuament les tasques del sistema de gestió ambiental



- Aquesta norma internacional es aplicada a qualsevol organització que vulgui:
  - a. Establir, implementar, mantenir i millorar un sistema de gestió ambiental
  - b. Assegurar-se de la seva conformitat amb la política ambiental establerta
  - c. Demostrar la conformitat amb la norma internacional per:
    1. La realització de una autoavaluació i autodeclaració
    2. Buscar la confirmació dels clients
    3. Buscar la conformitat de la autodeclaració per una part externa a la organització
    4. La recerca de la certificació / registre del seu sistema de gestió ambiental per una part externa a la organització

Per acabar, el Estat Espanyol disposa de les normes de la UNE (Unificació de Normativa Espanyola), les quals son un conjunt de normes tecnològiques creades per el Comitè Tècnic de Normalització (CTN). En la actualitat, no existeix cap norma UNE referent aquesta temàtica. La única referència a nivell ambiental es la traducció al castellà de la norma ISO, per això passa a ombrar-se UNE-EN-ISO 14001:2004

### **2.3 Normativa de gestió de residus**

Per residus, s'entén tots aquelles brosses, incloses les aigües residuals i els diferents residus dels cargaments, produïts durant el servei del vaixell

Els vaixells generen residus derivats de :

- La carga
- Maquinaria i manteniment del vaixell

Derivats de la presencia de tripulació i passatgers El conveni **MARPOL 73/78**, es te que saber que:

1. El mar mediterrani es una zona especial per l'annexa 1 i el 5
2. Les aigües residuals es poden descarregar a una distancia superior a 4 milles de la costa, trossejades i desinfectades, a 12 milles si no ho son.
3. No es poden tirar plàstics, vidres, bidons, embalatges, envasos, olis, combustibles o aigües olioses
4. Les restes de menjar no es poden llençar a menys de 12 milles de la costa
5. Els Estats es comprometen a tenir instal·lacions de recepció de residus i a no demorar-se al prestar el servei . També es comprometen a tenir servei d'inspecció per vetllar el compliment del tractat

Els residus que defineix el MARPOL en el **Annexa 1**; son els hidrocarburs. Inclouen matèries tals com; residus de sentines de la cambra de màquines o de equips de depuració de combustible i olis de motors, son recollits per empreses externes autoritzades en els ports per ser tractats en las terminals petrolíferes.

En el **Annexa 5**; son les brosses sòlides, restes de vivers (menys el peix), residus de feines domèstiques, plàstics, paper, draps, i restes de brosses relacionades amb el cargaments, com restes de fusta d'estiba i embalatges, cables de trincat, cunyes, cabos...

En el **Martin i Soler** la gestió de les brosses s'encarrega el 1er Oficial de pont, normalment es recullen de 2 a 3 cops per setmana, en el cas dels hidrocarburs s'encarregarà de la seva gestió el Jefe de Màquines, i es buida el "tanque de lodos" 1 cop per setmana . Ells son els encarregats d'avisar a Capitania marítima i a les Autoritats portuàries de que vinguin a fer la recollida de residus. Totes aquestes tasques de recollida de residus, tenen que estar anotades al "**Llibre de registre del Vaixell**" i firmades per el capità.

La recollida de residus es faran sempre en el **Port de Barcelona** quan el vaixell esta fent la ruta de les Illes Balears i quan estigui a l'Estret de Gibraltar es realitzarà al **Port d'Algeciras**.

### 3. Vaixell Martin i Soler

El Martin i Soler es un vaixell Ro-Ro passanger ship de l'empresa Balearia, amb bandera espanyola, registrat a Santa Cruz de Tenerife, per això pot tenir com a màxim un 49% de tripulació estrangera. Ha sigut construït en les drassanes Barreras, Vigo (Espanya) en any 2008, sent supervisat per la societat de classificació Bureau Veritas.

Característiques principals		
Eslora total(amb apèndix): 165,30m	Capacitat de combustible (Diesel-Oil): 90m <sup>3</sup>	<b>Màx capacitat de carga + turismes i trailers :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismes: 328 unitats</li> <li>• Tràilers: 1200ml (ancho2,90m)</li> </ul>
Eslora total(casco):161,70m	Capacitat del oli lubricant: 28m <sup>3</sup>	
Eslora entre perpendiculars: 152,50m	Capacitat de l'aigua dolça: 100m <sup>3</sup>	
Màniga de tresat: 25,60m	Capacitat de l'aigua de llastra: 1883,3m <sup>3</sup>	
Puntal coberta Nº3 : 8,50m	Potencia propulsora: 18000Kw	<b>Màx capacitat de tràilers de 16m:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tràilers: 1720ml (ample 2,90m)</li> <li>• Turismes: 107 unitats</li> </ul>
Puntal coberta Nº5: 13,80m	Nº de hèlix propulsores: 2	
Nº de cobertes: 10	Revolucions de la hèlix: 177,2rpm	
Calat de disseny: 5,50m	Velocitat en servei: 21,4knt	
Calat a plena carga: 5,70m	Autonomia en servei: 3200milles	El Vaixell, amb tot el seu equipament i maquinaria, està construït d'acord amb el reglament i la vigilància especial del <b>Bureau Veritas</b> , amb la finalitat d'arribar a la cota: <b>AUT-UMS, AUT-PORT,INWATER SURVEY</b>
Calat d'escantellat: 6,00m	Máx. Capacitat: 1200persones	
Pes mort al calat de 5,7m: 4370Tm	Nº de cobertes de la superestructura:4	
Capacitat del combustible (Fuel-Oil): 660m <sup>3</sup>	Nº de cobertes de carga 3+1 cardeck	

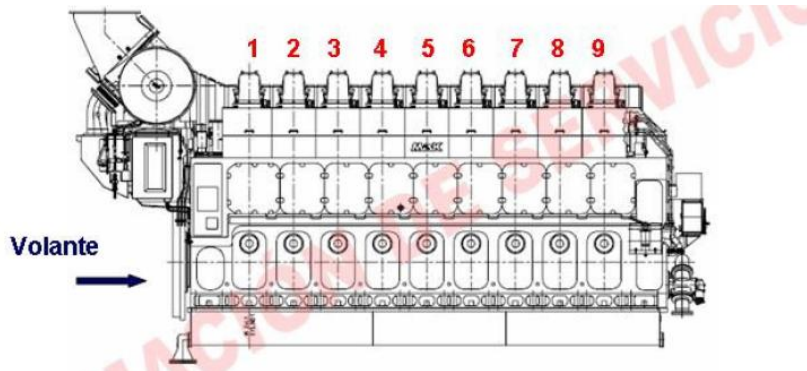
Taula 1 Característiques principals del vaixell

#### 4. Motors Principals M43C del Martin i soler

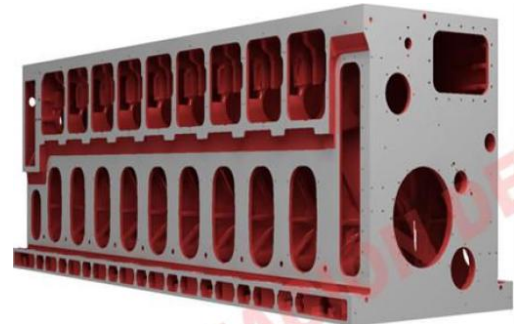
El Martin i Soler porta 2 motors de 4 temps sobrealimentats, de tipus; Mak M43C de 9000kw, preparats per cremar fuel IFO 380.

##### 4.1 Motor Basic

Es un motor amb línia de 9 cilindres que venen numerats des del volant d'inèrcia, això ho marca la norma DIN-ISO 1204.

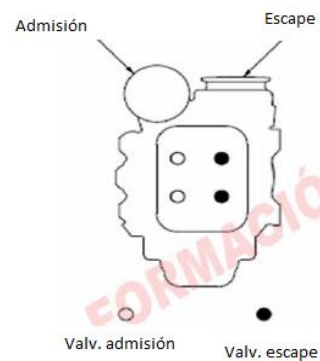


*Disposició del motor en línia*

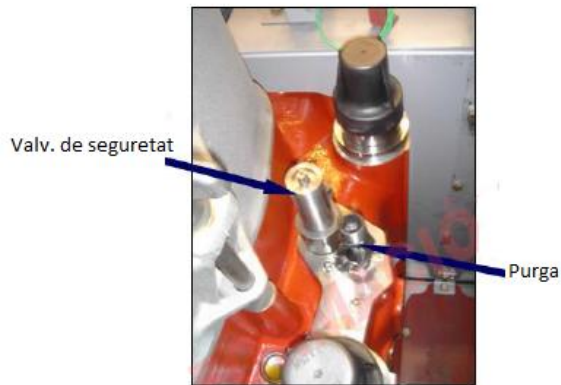


*Bloc del Motor*

El **Bloc del motor** està construït d'una sola peça, els conductes d'entrada d'aire i els de l'oli estan integrats, de manera que no tenim tuberíes. El Bloc està lliure d'aigua de manera que evitem problemes de pèrdues i corrosió. La part superior del motor està formada per, la **camisa** recoberta per un **cèrcol multifunció** per on circula l'aigua de refrigeració d'alta temperatura hi ha sobre **trobem la culata**.

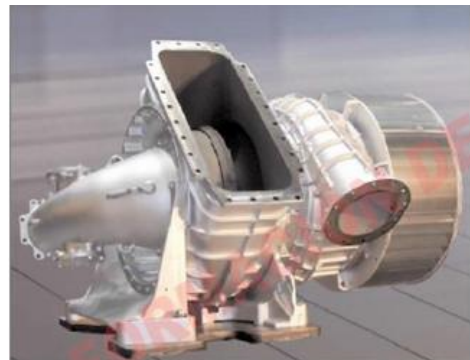


De la **culata** s'ha de destacar;

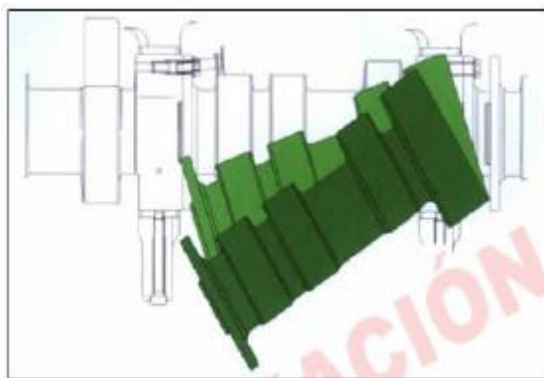


- **Vàlvula de seguretat**; protegeix de qualsevol situació de sobrepressió dintre de la cambra del cilindre, no te manteniment. Es reemplaça quan te les hores corresponents o es té que canviar si s'utilitza.
- **Purga** ; té varies funcions, per alliberar pressió quan es vira el motor, per verificar la presència d'aigua dintre del cilindre o per instal·lar el útil que mesura la pressió de combustió.

El **Turboalimentador**; serveix per generar el volum necessari d'aire i pressió de carrega per un bon funcionament del motor, el correcte funcionament dependrà del bon manteniment segons les especificacions del fabricant



El **eix de lleves** del motor, està compost per segments. Un per cada cilindre, això permet un fàcil accés a l'hora de canviar-los.



**Segments del eix**



El grup de **seguidors** de l'eix de lleves es una unitat compactada, que ressegueix la "lleva" mitjançant uns rotllos.



*compactada del seguidor*



*Seguidor d'un cilindre*

La refrigeració del motor, és a la part alta de la camisa dels cilindres, aquesta zona té una cavitat per on podrà circular aigua. La part inferior, té un xefla on permet l'entrada de la atmosfera humida de l'oli a la paret externa de la camisa evitant la corrosió.

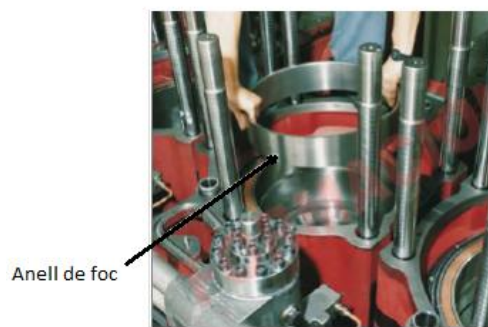


*Camisa d'un cilindre*



*Camisa d'un cilindre*

Dins de la camisa trobem l'**anell de foc**, aquest té un diàmetre inferior. Per això, els residus del procés de combustió es retiren de la part superior del pistó.

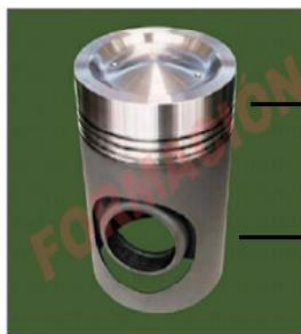


*Anell de Foc*

Els **Pistons i bieles**, son aquestes peces van unides per un buló i la seva funció és transformen el moviment rectilini de la pujada i baixada dels pistons en un moviment rotatiu. La **Corona del pistó** és d'acer forjat amb tres ranures, la part inferior del pistó pot estar feta per fundició nodular o per acer. La **Biela**, està dividida en parts perquè sigui senzilla la manipulació, unida



per cargols. La lubricació va des de el cigonyal fins la part superior de la biela per una perforació interna.



part superior d'acer

part inferior

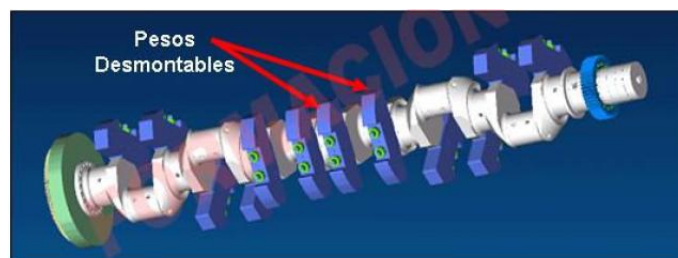
**Pistó**



Circuit intern de lubricació

**Biela**

El **Cigonyal**, està forjat d'una sola peça d'un aliatge d'acer tractat amb calor. Porta uns pesos desmontables totalment equilibrats per cada cilindre.



**Cigonyal 1**

Els colzes principals i de biela són de gran diàmetre i amplada, això garanteix baixos esforços de carrega, per tant, allargarem la vida del cigonyal.

La lubricació comença en els coixinets de bancada i cada colze de bancada lubrica un colze de biela, en cas de contaminació no es perdrà la lubricació dels altres llocs.

Lubricació interna d'un colze



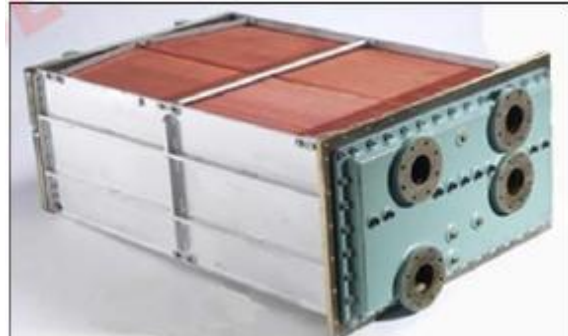
**Cigonyal 2**



El **refredador d'aire**, té la funció de treure calor a l'aire subministrat per el turboalternador. Està format per un conjunt de tubs construïts de coure- níquel, equipats amb aletes unides als tubs per ajudar a la transferència de calor.



**Refredador 1**



**Refredador 2**

#### **4.2 Control**

La unitat de **control de velocitat** consta de, controls electrònics i electró- mecànics que controlen els valors de la velocitat límit, depenent de les senyals del pick up. També registra la posició de cremallera mitjançant un sensor de posició.

Si la velocitat mesurada pels pick up, es excessiva, envia una senyal a través d'un relé per apagar el sistema. Els sistema de seguretat emmagatzema la senyal de parada i acciona el dispositiu que para el motor. El sistema complet per cada motor consta dels següents dispositius:

- **Pick up de velocitat;** són uns sensor que van en el volant del motor i serveixen per mesurar la RPM del motor
- **Mòdul de control de velocitat;** esta compost per unes targetes electròniques, la posició del connector assegura que son targes independents que serveixen per ajustar paràmetres del motor com; la velocitat, la arrancada i parada de bombes de pre-lubricació o el índex de cremallera .
- **Mòdul del sistema de seguretat;** consta de subconjunts electrònics i electró- mecànics que tenen la funció de controlar segons la senyal que reben:
  - a) Travar la arrancada del motor
  - b) Parada automàtica del motor
  - c) Reducció automàtica de la carga de la hèlix
- **Sistema de alarmes;** Per controlar els paràmetres en el motor es necessari utilitzar elements que ajudin a mesurar aquestes magnituds i que les transformin en una senyal elèctrica. Podem trobar

- a) Transductors de pressió, switch de pressió (oli, combustible, refrigerant)
  - b) Sensors de temperatura (PT100, TH31, termopars)
  - c) Sensors de velocitat (pick up)
  - d) Sensors detectors de líquids (col·lector d'admissió)
  - e) Sensors de posició (cremallera de combustible)
- **Solenoide de parada**
  - **Cilindres pneumàtics en les bombes d'injecció de combustible**

Aquets 2 últims, el de Solenoide i els Cilindres pneumàtics d'aire són dispositius de parada del motor i estan situats en el motor.

El motor té un **Panell de control**, utilitzat per vigilar paràmetres de comportament. Aquest està situat al costat del motor, oposat al volant, alimentat per 24V.

Te botons per augmentar i disminuir la velocitat, indicador de revolucions per motor i turbo i una pantalla per mostrar les temperatures de cada cilindre.

També porta indicadors de pressió per;

- la sortida del refredador d'aire
- aire d'arrencada
- aire de parada
- aigua refrigerant AT/BT
- oli i combustible.

Per verificar el correcte funcionament del motor a la sala de control es disposa d'un **programa informàtic** que a través d'uns **mímics** en les pantalles d'ordenador, només et permeten, visualitzar els sensors que controlen els diferents paràmetres del motor.

#### **4.3 Aire per arrancar**

El **Sistema d'aire per arrancar** en els motors M43C es farà mitjançant el aire comprimit a una pressió de 12 bar com a mínim. En aquests motors la distribució d'aire per arrencar va directament als cilindres i s'insufla per la part inferior de la bomba d'injecció.

Per poder **procedir per arrancar** haurem de:

1. Comprovar la pressió d'aire a les botelles que sigui d'uns 25 bar
2. Drenar l'aigua de les botelles d'aire comprimit.
3. Assegurar el subministrament d'aire comprimit per la instal·lació de parada d'emergència
4. Durant el funcionament del motor no estarà tancada la vàlvula de l'aire,  
*Si aquesta vàlvula estes tancada mentre funciona, el sistema de la parada de emergència i el detector de boira en el carter no son operatius.*

La **normativa de les SS.CC** diuen que per una planta amb dos motors M43C es necessari 2 botelles de 500 litres que aguantin una pressió de 30 bar. Son necessaris també dos

compressors amb una capacitat del 50% i el nombre d'arrencades consecutives que es pot fer son 6.

Les **necessitats d'aire del motor**; el **aire per arrencar** que necessita una pressió elevada 30bar i el **Aire de control** que passa per una reductora que deixà la pressió a 7,5 bar per poder ser utilitzat en; la parada d'emergència o en el detector de boira.

El sistema d'aire per arrancar esta compost per els següents components:

- Vàlvula principal d'arrencada
- Conductes d'aire
- Bombes de combustible part inferior
- Vàlvula d'entrada a cada cilindre

#### **4.4 Adm i Sort**

El **sistema d'admissió** no te tuberíes,el aire del turbocompressor va directe a un col·lector integrat en el bloc motor. Es important que el aire de carga estigui dintre dels rangs específics per evitar que es produeixi condensació en el col·lector, un altre possibilitat es que es pi qui les tuberíes del refredador i també acumuli aigua. Per detectar la presència d'aquesta condensació s'utilitza un sensor de líquid.

En el **sistema de sortida de gasos**, la canonada que fa de col·lector de gasos no va aïllada, simplement va recoberta per un revestiment compacte d'alumini. La unió de la culata amb el col·lector no es amb cargols, ja que amb les altes temperatures es poden fondre, porten una abraçadora de fàcil desconnexió.

#### **4.5 Combustible**

La qualitat del fuel a caigut durant els últims anys, cada vegada són més residuals, això dona lloc a petites combustions que tendeixen a formar residus abrasius i durs. Encara que compleixen amb la norma no es proporciona informació sobre les propietats de la combustió. Aquesta pot ser una causa de que els components crítics no compleixin a amb la expectativa de vida útil.

Per aquesta raó es recomana realitzar anàlisis del combustible a intervals regulars del contingut en; sofre, vanadi, compostos aromàtics i asfaltens. Depenent dels resultats es podran trobar mesures d'acció per millorar les condicions dels equips que puguin tenir deteriorament abans d'hora.

Las **precaucions** que s'han de prendre per un bon rendiment del motor son; **comparar les temperatures** obtingudes amb les del certificat de prova, es el millor mètode per avaluar el comportament termodinàmic del motor. Les variacions de temperatures dels gasos de sortida entre cilindres es normal, però entre la  $T_{m\grave{a}x}$  i  $T_{m\grave{i}n}$  entre ells no pot ser superior a 100°C. Per exemple; *una variació de temperatura en algun cilindre es pot deure a que la sortida del injector estigui danyat o al desgast d'una bomba d'injecció.*

També podem **mesurar la pressió màxima de combustió per cada cilindre** per avaluar l'estat del motor. La variació permesa entre els cilindres oscil·la entre el  $\pm 5$ bar.

El motor pot consumir fuel o diesel, per això el **sistema de combustible** funciona de la següent manera; tindrà un o varis tancs on s'emmagatzema el producte a una temperatura adequada, en el cas del fuel a uns 80-90°C i si es, diesel el tanc no anirà calefactat. Tot seguit amb una bomba enviem el fuel a un tanc de sedimentació on decantarem el fuel de l'aigua, de la part baixa del tanc aspirem el fuel i el passem per la depuradora a 95°C per acabar de separar l'aigua i enviem aquest combustible al tanc de servei diari. Si transvasem el diesel el passem directament per la depuradora i l'enviem al tanc de servei diari.

El producte que consumeixi el motor, ja sigui fuel o diesel, surt del tanc de servei diari i passarà per un **mòdul de combustible** on es farà passar el producte per uns filtres i uns calefactors que li donaran la temperatura i viscositat adequada al producte per poder ser cremat al motor.

#### **4.6 Lubricació**

El lubricant crea una capa protectora entre les peces en moviment per minimitzar els rosaments màlics. Però té més funcions com; Refredar components del motor que no van refrigerades per aigua, protegir de la corrosió, neutralitzar àcid generats per la combustió o dissipar el calor. També s'encarrega de sallar el pas de gasos entre el pistó, anells i camisa del cilindre.

Es té que realitzar un control molt exhaustiu del lubricant, és un factor molt important en el manteniment de qualsevol instal·lació. En de prestar atenció en:

- Revisar el nivell d'oli diàriament. Que no estigui per sota de la marca mínima
- Supervisió del sistema de purificació del oli per separació, aquest elimina productes contaminants que atrapa el lubricant quan està lubricant algun aparell
- Els intervals de canvis d'oli depenen en gran mesura de la qualitat d'aquest. També influeix, el tipus de combustible utilitzat, les condicions de operació, el consum de l'oli i el manteniment del motor
- Realitzar anàlisis periòdics del lubricant, que determinaran els intervals de canvi, s'han de tenir amb compte els següents paràmetres:
  - Dilució del oli amb el combustible
  - Alcalinitat (TBN)
  - Contingut en aigua
  - Contaminació

El motor M43C és de càrter sec, però disposa d'un tanc sota d'aquest on l'oli es recircula per una purificadora que neteja l'oli de partícules sòlides i aigua i el manté a una temperatura de 95°C. Des d'aquest tanc és aspirat per una bomba i passa per el filtre automàtic, és el encarregat de extreure les partícules més petites, després refredarem el lubricant amb un refredador de plaques i finalment abans d'entrar al motor tornarà a passar per un filtre.

Per cuidar i controlar l'estat del lubricant es importat netejar els filtres del que disposa la instal·lació. Aquest filtre garanteixen una gran superfície de filtrat, porten un indicador de pressió diferencial que ens indica quan estan bruts i el manteniment és ràpid i senzill.

#### **4.7 Refrigeració**

El sistema de refrigeració consta de dos circuits, un circuit de alta temperatura a 80°C que s'encarrega de refrigerar la part alta del motor i el refredador d'aire de carga i un altre circuit de baixa temperatura a 40°C que s'encarrega de refrigerar el refredador de lubricant del motor, reductora, l'empaquetadura de l'eix de la hèlix i la central hidràulica que regula el pas de la hèlix. Aquest circuit tenen que tenir sempre un volum d'aigua constant, això es pot controlar des de els tancs de compensació que trobem situats en un lloc elevat per mirar d'igualar la pressió que hi ha en el circuit.

En el motor un increment de la potència significa un augment del calor dissipat, en aquest circuits hi han unes vàlvules termostàtiques que s'encarreguen de regular la temperatura del circuits.

L'aigua utilitzada com a refrigerant ha de ser, destil·lada o totalment desionitzada i tractada químicament amb:

- El refrigerant apropiat
- Agents eficients per la inhibició de corrosió
  - Oli inhibidor de corrosió
  - Agent químic inhibidor de corrosió
- Dosificació exacte del agents

L'aire de carga que utilitzem quant surt del turboalternador esta refredat per un intercanviador de tubs del tipus casset, de fàcil muntatge i desmuntatge.

Té dos etapes;

- Alta temperatura (HT)
- Baixa temperatura (BT)

El aigua d'alta temperatura sempre passa per la primera etapa del refredador, mentre que l'aigua del circuit de baixa temperatura te el seu pas controlat per una vàlvula accionada pneumàticament.

La **refrigeració del motor**, es amb aigua d'alta temperatura que circula per la part superior de les camises dels cilindres i les culates. En la culata el incert de la vàlvula de sortida va refrigerada per aigua igual que la camisa del injector.

Per realitzar un bon manteniment de la sistema de refrigeració s'ha de controlar:

- Comprovar nivells de refrigerant
- Comprovar el contingut d'oli refrigerant segons hores especificues
- Si la concentració es baixa, preparar la emulsió oli aigua i afegir-la per els tancs de compensació
- Si la concentració es alta, drenar el circuit i omplir-lo amb aigua destil·lada
- Canviar el refrigerant segons hores de manual de manteniment
- Es molt important tenir els nivells aconsellats d'inhibidors químics per un bon treball i protecció. Es te que comprovar la concentració dels additius a unes hores determinades.

## 5. Pla de manteniment per MM.PP. M43C

### 5.1 Classe e inspeccions del Boreau Veritas

Classificació	I	Hull	Mach
<i>Símbols principals de classe</i>			
<i>Servei</i>			Ro-ro passenger ship
<i>Navegació</i>			Unrestricted navigation
<i>Classes addicionals</i>			AUT-UMS (SS) AUT-PORT (SS) MON-SHAFT INWATERSURVEY
<i>Maquinaria</i>		MACH	
<i>Equipament</i>			1(Ch 62 Q3)

Taula 2 Classificació del vaixell

Els vaixells que la seva construcció i estat compleixin, de manera satisfactòria, les prescripcions del reglament, o que posseeixen condicions de solidesa i seguretat equivalents, es registraran amb símbols de classificació, marques i mencions. Aquets símbols de classificació, o classe, expressen el grau de confiança que mereix el vaixell.

La classe, s'atribueix després d'examinar els informes de les visites establertes pels inspectors de les societats i després de la opinió del comitè.

La classe té validesa durant un període de temps denominat "termini de la classe", per conservar la classe el armador pot escollir quin model li va millor seguir per realitzar les inspeccions que garanteixen les condicions de seguretat del vaixell.

#### A. Inspeccions per la renovació de classe

La renovació de classe es realitzarà a intervals de 5 anys per el símbol de classe I i de 3 anys per el símbol de classe II. Però el armador pot demanar una prorroga fins a tres mesos de la data límit que venç la classe en circumstancies excepcionals. En aquets casos la pròxima data de renovació s'ajustarà a la data anterior a la prorroga concedida

#### 1. Sistema d'inspecció normal (S.S)

Quan el sistema d'inspecció normal es aplicat en vaixells que apliquen un període de classe de 5 anys, la renovació de la classe es pot iniciar en el 4 reconeixement anual i prosseguir durant l'any abans d'acabar la data de venciment de la classe. En aquest cas les inspeccions es poden fer per parts. El numero d'inspeccions i el interval de temps entre aquestes tenen que estar acordades amb la societat de classificació

## 2. Sistema d'inspecció continua s(S.C)

El armador sol·licita a la societat de classificació que realitzi inspeccions contínues per mantenir la classe. La societat de classificació avalua la proposta segons el tipus i edat del casc i la maquinaria. Aquest sistema d'inspeccions contínues es poden fer per renovar la classe del casc, maquinaria o altres instal·lacions. Per exemple plantes de refrigeració.

Quan aquest sistema s'aplica te que estar reflectit al certificat de classe e inscrit al registre de vaixells.

Per portar a terme aquest sistema d'inspeccions a la maquina, el vaixell elabora una llista amb els ítems que vol que revisi i expedeixi el certificat de classe. La societat la revisarà i en farà una definitiva

Per aquest elements de la llista s'exigeix:

- El interval entre dos inspeccions consecutives de cada ítem no excedeixi de 5 anys
- Els ítems han d'estar supervisats en rotació per garantir el seu funcionament cada any
- Cada ítem serà inspeccionat una vegada en la mesura que sigui possible, encara que si no compleix amb la reglamentació, es podran realitzar reparacions dins d'un temps acordat

## 3. Manteniment planificat del sistema d'inspecció per maquinaria (PMS)

Un sistema de manteniment d' inspeccions planificades pot ser considerat com una alternativa per el sistema d'inspecció continua. Aquest consta d'un programa informàtic que en comptes de controlar les inspeccions dels ítems per anys o fa per hores.

Quan aquest sistema s'aplica te que estar reflectit al certificat de classe e inscrit al registre de vaixells.

Els caps de secció de maquines, tenen competències a la ora de realitzar reparacions davant la societat de classificació, però sempre s'haurà de notificar les reparacions que es vagin a fer i la classificadora dictaminarà si envien a un inspector a revisar-ho .

En cas que no enviïn un inspector, quan es realitzi la pròxima inspecció, es notificarà al inspector i comprovarà en la mesura del que sigui possible que el ítem funcioni correctament

En el sistema de manteniment planificat no es substituirà les inspeccions anuals i periòdiques o altres inspeccions ocasionals

### **B. Altres inspeccions periòdiques:**

- Renovació de classe- casc
- Renovació de classe- maquina
- Renovació de classe- anotacions addicionals de classe
- Anual - casc
- Anual- maquinaria
- Anual- notacions addicionals de classe
- Intermèdia casc
- Intermèdia maquinaria
- Fons- condicions seques
- Fons amb agua

- Eix de cua complet
- Eix de cua modificat
- Caldera complet

### **C. Inspeccions ocasionals**

Les inspeccions ocasionals es poden fer al casc, maquinaria, calderes, plantes de refrigeració, etc. Depenent de la part del vaixell que es vulgui revisar.

Aquestes inspeccions es porten a terme en el moment que:

- Actualització dels documents de classificació. Per exemple; canvi de propietari, el nom, el pavelló
- Per reparació
- Port de control, d'inspecció l'estat
- Alteracions o canvis de lloc de ítems
- Auditories del sistema de qualitat
- Aplaçament de inspeccions

### **5.2 Ítems dels MM.PP que les SS.CC. marquen inspeccionar**

En el Martin i soler té un programa informàtic anomenat AMOS, es un manteniment planificat d'inspeccions per maquinaria (PMS) on cada oficial te designades unes feines de manteniment dels ítems per hores.

Aquest programa esta connectat amb la societat classificadora i amb l'oficina tècnica de manteniment de Balearia a terra. D'aquesta manera el cap de manteniment de la màquines del vaixell pot controlar i planificar quan es tindran que fer les inspeccions que son exigides en el reglament de las societats classificadores per mantenir la classe.

En aquest treball organitzem el pla de manteniment amb la renovació continua dels ítems, es a dir, s'ha elaborat una llista amb els ítems de la màquina que inspeccionaran las societats de classificació en un període màxim de 5 anys. Però per no generar una carrega de treball en un període puntual s'estableix que aquestes inspeccions es poden portar a terme al llarg d'aquest període, sense estipular una data determinada. Es pot observar que els elements de la llista son aquells que fan possible el funcionament dels motors principals



**LIST MANAGEMENT****Ship**

Name: Martin i Soler  
Register number: 10134S

MACHINERY	CONTINUOUS	
-----------	------------	--

**Certificate****List****NT**

Number	Item Name	Last Survey date	Period	Type
1	MP. Er MAK M43C.Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 1	27/04/11	5	Years
2	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 2	27/04/11	5	Years
3	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 3	27/04/11	5	Years
4	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 4	27/04/11	5	Years
5	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 5	27/04/11	5	Years
6	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 6	27/04/11	5	Years
7	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 7	27/04/11	5	Years
8	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 8	27/04/11	5	Years
9	MP. Er MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 9	27/04/11	5	Years
10	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 1	27/04/11	5	Years
11	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 2	27/04/11	5	Years
12	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 3	27/04/11	5	Years
13	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 4	27/04/11	5	Years
14	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 5	27/04/11	5	Years
15	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 6	27/04/11	5	Years
16	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 7	27/04/11	5	Years
17	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 7	27/04/11	5	Years
18	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 7	27/04/11	5	Years
19	MP. Er MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 7	27/04/11	5	Years
20	MP. Er MAK M43C.Amortiguador de Vibraciones	27/04/11	5	Years
21	MP. Er MAK M43C.Bombas acopladas A/D	27/04/11	5	Years
22	MP. Er MAK M43C.Bomba acoplada de Aceite.	27/04/11	5	Years
23	MP. Er MAK M43C.Turbocompresor	27/04/11	5	Years
24	MP. Er MAK M43C. Enfriador aire	27/04/11	5	Years
25	MP. Er MAK M43C. Árbol de levas	27/04/11	5	Years
26	MP. Er MAK M43C.Tren de distribución, regulador y virador.	27/04/11	5	Years
27	MP. Er MAK M43C.Cojinete de empuje (Axial)	27/04/11	5	Years
28	MP. Er MAK M43C.Flexiones del cigüeñal.	27/04/11	5	Years
29	MP. Er MAK M43C. Bancada, Tacos y Pernos de anclaje.	27/04/08	5	Years

30	MP. Er MAK M43C. Sistema de inyección.	27/04/11	5	Years
31	MP. Er MAK M43C.Acoplamiento elástico.	27/04/11	5	Years
32	MP. Er MAK M43C. Sistema de arranque.	27/04/11	5	Years
33	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 1	27/04/11	5	Years
34	MP. Br MAK M43C.Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 2	27/04/11	5	Years
35	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 3	27/04/11	5	Years
36	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 4	27/04/11	5	Years
37	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 5	27/04/11	5	Years
38	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 6	27/04/11	5	Years
39	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº7	27/04/11	5	Years
40	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 8	27/04/11	5	Years
41	MP. Br MAK M43C. Culata y válvulas , pistón, camisa, biela, muñequilla del cigüeñal y cojinete CIL Nº 9	27/04/11	5	Years
42	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 1	27/04/11	5	Years
43	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 2	27/04/11	5	Years
44	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 3	27/04/11	5	Years
45	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 4	27/04/11	5	Years
46	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 5	27/04/11	5	Years
47	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 6	27/04/11	5	Years
48	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 7	27/04/11	5	Years
49	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 8	27/04/11	5	Years
50	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 9	27/04/11	5	Years
51	MP. Br MAK M43C.Cojinete de bancada y muñón del cigüeñal Nº 10	27/04/11	5	Years
52	MP. Br MAK M43C. Amortiguador de vibraciones.	27/04/11	5	Years
53	MP. Br MAK M43C. Bombas acopladas A/D	27/04/11	5	Years
54	MP. Br MAK M43C. Bombas acopladas de aceite.	27/04/11	5	Years
55	MP. Br MAK M43C. Turbocompresor	27/04/11	5	Years
56	MP. Br MAK M43C. Enfriador aire	27/04/11	5	Years
57	MP. Br MAK M43C. Árbol de levas	27/04/11	5	Years
58	MP. Br MAK M43C Tren de distribución, regulador y virador.	27/04/11	5	Years
59	MP. Br MAK M43C Cojinete de Empuje (Axial)	27/04/11	5	Years
60	MP. Br MAK M43C. Flexiones del cigüeñal	27/04/11	5	Years
61	MP. Br MAK M43C Bancada, Tacos y Pernos de anclaje.	27/04/11	5	Years
62	MP. Br MAK M43C. Sistema de inyección.	27/04/11	5	Years
63	MP. Br MAK M43C. Acoplamiento elástico.	27/04/11	5	Years
64	MP. Br MAK M43C Sistema de arranque.	27/04/11	5	Years

*Taula 3 List management*

### 5.3 Estudi del manteniment dels MM.PP

En aquest apartat del treball es fa el anàlisi de totes les feines de manteniment dels motors principals que trobem al manual del motor

Primerament es necessari explicar, que d'acord amb la definició de manteniment existeixen uns treballs propis:

- Inspeccions visuals
- Proves
- Lubrificacions
- Reparacions; elementals, parcials o generals
- Reposicions totals

Codificació:

S'ha utilitzat un sistema de codificació, acord amb la divisió descrita anteriorment, ja que es casi impossible, donada la gran quantitat de treballs, la identificació per els seus respectius noms. Amb la codificació d'aquets es pretén simplificar-los, especificar-los, normalitzar-los, esquematitzar-los i classificar-los. Els avantatges d'un sistema de codificació son els següents:

- Permet la identificació inequívoca de cada una de les feines, la seva descripció i totes la informació addicional que s'hi afegeixi
- Facilita la agrupació de treballs per posteriorment poder-los distribuir en el pla de manteniment

S'ha optat per utilitzar un sistema de codificació descriptiva- estructural, el qual te com avantatge que ens permet identificar clarament cada feina de manteniment, però es difícil i lenta la assignació de codis. A continuació es pot veure el sistema de codificació utilitzat:

Tipus de feina		Codificació	Nº de manteniment	Exemple
<b>Inspecció visual</b>		I	01,02...	I01
<b>Proves</b>		T	01,02...	T01
<b>Lubrificació</b>		L	01,02...	L01
<b>Reparació:</b>	Elemental	E	01,02...	E01
	Parcial	P	01,02...	P01
	General	G	01,02...	G01
<b>Reposició total</b>		C	01,02...	C01

*Taula 4 Codificació*

Identificació:

Aquesta suposa la nomenclatura de cada feina en la que s'expressa la naturalesa i a quin ítem es refereix

Descripció:

En la descripció es pretén definir com es dura a terme la feina perquè qualsevol persona sigui capaç de realitzar-lo seguint les directrius exposades en aquest

#### Periodicitat:

La periodicitat amb la que es té que portar a terme el manteniment pot venir descrita per les especificacions del fabricant, de la societat de classificació, o be per el departament de màquines del vaixell que, a través d'un històric recopilat , es coneix el comportament del element en qüestió

#### Duració:

La duració dels treballs ha sigut assignada a partir de la meva experiència a bord del vaixell Martin i Soler, en aquells manteniments que vaig tenir la sort de participar, mentre que per altres s'ha requerit informació del manual. Aquest apartat es molt subjectiu, ja que, podrien variar els valors lleugerament si es tracta d'un altre vaixell.

Cal especificar que per estimar el temps de realització s'ha considerat 10-15 min dedicats a preparar les eines i el lloc de treball i posteriorment, recollir-ho, en tots els manteniments que es requereixi

#### Personal necessari:

Tal com a l'apartat anterior s'ha explicat, aquesta informació també ha sigut assignada d'acord a les estimacions de com es realitza cada feina de manteniment

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
I01	Control de la culata	Control del grau d'estanquitat entre la culata, la camisa i embolcall del distribuïdor d'aigua del radiador, per localitzar possibles fugues de gasos de combustió o d'aigua en les perforacions de control	1	0:50	150
I02	Comprovar fugues, sensors i cables	Comprovar que no hi hagin fugues d'aigua, combustible o oli i revisar que les connexions dels cables i sensors estiguin en bon estat	1	0:40	500
I03	Comprovar la cremallera de las bombes d'injecció	Comprovar la posició del distribuïdor de combustible, prenent l'índex de cremallera en el motor, pressió, aire de carga i les RPM de la turbo. Aquest manteniment coincideix amb el que s'agafen les pressions de combustió	1	0:20	500
I04	Comprovar la purga del refredador d'aire	Comprovar l'orifici indicador del col·lector d'aire de carga per si té aigua. En el cas de tenir-ne, s'analitzarà, per veure si conte nitrats indicatius que es aigua del SEC, sinó serà aigua de condensació. També s'observarà i s'anotarà la diferència de pressió entre l'entrada i la sortida del refredador d'aire	1	0:10	500
I05	Comprovar els tubs de desaireació d'aigua	Comprovar els tubs de desaireació del circuit d'aigua de refrigeració	1	0:20	500
I06	Inspecció del accionament del regulador	Inspeccionar el accionament del regulador, comprovant el collament de les contrarosesques dels braços i lubricar el varillatge. Consultar especificacions del fabricant en el llibre C	1	0:50	1500
I07	Reglatge de vàlvules	Realitzar un control i ajust de les vàlvules comprovant l'amplitud que hi ha entre el talo i la vàlvula	2	2:00	1500
I08	Comprovar els injectors de combustible	Comprovar mitjançant les pressions de combustió i les gràfiques de temperatures el estat d'aquets	2	0:40	2000

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
I09	Comprovar el funcionament dels rotocaps	Es destapen les tapes de balancins i s'inspeccionen els rotocaps prenent nota de la situació de la marques. El dia següent es repeteix la operació per comprovar que han girat, ja que la marca no te que coincidir	1	0:40	2000
I10	Control de la vàlvula per arrencar	Verificar el funcionament uniforme de la vàlvula que subministra l'aire per arrencar a les bombes d'injecció	1	0:40	3750
I11	Inspecció de la superfície de contacte del cigonyal	Obrir les tapes de registre del carter passats 10 min i fer un control de la temperatura del cigonyal i els coixinets de biela amb el motor calent. Els treballs restants es realitzaran transcorregut un temps de ventilació	2	2:00	3750
I12	Comprovació del mecanisme d'engranatge	Control dels flancs del pinyó del cigonyal amb la roda de transmissió i aquesta amb el pinyó del eix de lleves, comprovar, picadures, un funcionament defectuós	2	3:00	3750
I13	Cargol de rebot	Control altern dels cargols de rebot de dos bombes d'injecció	2	1:40	3750
I14	Vigilància del virador del motor	Controlar el nivell d'oli per la espiell, si fos necessari, reomplir amb oli per engranatges recomanat	1	0:20	3750
I15	Comprovar el collament i estat del Vulkan	Comprovar el collament del elements de goma. Comprovar que la deformació no supera el 37mm.	3	3:00	4000
I16	Comprovar les flexions del cigonyal	Comprovar la alineació. Aquesta comprovació es realitzarà amb el motor calent	2	6:00	4000

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
I17	Tubs de combustible d'alta pressió	Inspeccionar els tubs de combustible d'alta pressió, comprovant fugues per el xivato	1	0:30	4000
I18	Comprovar els mecanismes de control	Comprovar si existeix desgast de totes les articulacions de connexió entre el regulador i les bombes d'injecció. Comprovar que la barra de control es mou fàcilment i que las cremalleres també	1	0:20	4000
I19	Línea de sortida de gasos	Retirar la carcassa que recobreix el col·lector de gasos, s'ha de examinar la estanquitat de la línea de sortida de gasos, fins a sota de la turbina	2	6:00	7500
I20	Turbocompresor de sortida de gasos	Desmuntar, netejar canviar juntes tòriques i fer un control de l'estat de les peces; coixinets, anells picadures, etc...	2	9:00	12000
I21	Guia vàlvula/ anell obturador d'oli	Control de l'amplitud de la guia de vàlvules d'admissió i sortida. El canvi de segment del anell obturador d'oli, si es possible, fer-ho a un taller especialitzat ja que pots danyar la culata	1	9:00	15000
I22	Coixinets de biela	Desmuntar biela i extreure el coixinet per poder inspeccionar l'estat d'aquets.	3	18:00	15000
I23	Coixinets del cigonyal	Desmuntar coixinet de bancada del cigonyal per poder inspeccionar l'estat d'aquets	3	9:00	15000
I24	Control de la camisa	Desmuntar culata i extreure la camisa per poder fer inspecció. Quan arribi als valors màxims permesos de desgast, normalment en la zona del punt d'inversió superior del segment del èmbol, s'ha de canviar	2	20:00	15000

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
I25	Control dels rodaments del arbre de lleves	Mesurar l'amplitud lliure del casquet que hi ha al seguidor de l'arbre de lleves, l'amplitud màxima permesa es de 0,5. Examinar la superfície de fricció del pivot del coixinet corresponent	2	2:00	15000
I26	Mecanisme d'engranatges	Mesura la amplitud axial del engranatge escalonat que uneix la roda dentada del cigonyal amb la del arbre de lleves amb una galga d'espessor. El valor de règim es de 0,6 – 1,1mm. Sinó respecta aquest valor es te que contactar amb el servei tècnic de MAK	2	1:00	15000
I27	Balanci	Desmuntar el balanci d'admissió i el de sortida i controlar l'amplada lliure del coixinet. Netejar totes les peces i controlar el grau de desgast, controlar el pas dels orificis de l'oli lubricant que no estiguin obstruïts	1	18:00	30000
I28	Amortidor d'oscil·lacions	Determinar si entra dins els paràmetres, la mesura de la ranura "s" entre el final de les molles i els flancs de la peça anterior, renovar totes les juntes	2	3:00	30000

Taula 5 Inspeccions



Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
<b>T01</b>	Filtre d'aire de compressió	Desaiguar el filtre d'aire comprimit	1	0:05	24
<b>T02</b>	Comprovar la qualitat de l'aigua	Comprovar la qualitat de l'aigua de refrigeració: PH, Clors dissolts i ppm en nitrats. Afegir productes químics a requeriment del anàlisis	1	1:00	Setmanal
<b>T03</b>	Prendre una mostra de l'oli	Prendre una mostra de l'oli i analitzar el contingut amb % d'aigua que conté, no ha de ser superior al 0,02	1	0:50	Setmanal
<b>T04</b>	Comprovar la pressió diferencial del refredador	Mesurar la pressió abans i després del refredador per comprovar el grau de brutícia en funció del increment de pressió diferencial. Una diferencia de 0,5 bar ens indica que hi ha una pèrdua de carga per excessiva brutícia en el refredador	1	1:20	500
<b>T05</b>	Parada d'emergència al pont de comandament	Comprovar la parada d'emergència del motor des de la consola del pont	1	0:20	Mensual
<b>T06</b>	Parada d'emergència del motor en la cabina de control	Comprovar la parada d'emergència del motor des del control de màquines	1	0:20	Mensual
<b>T07</b>	Comprovar la pressió dels cilindres	Registrar les pressions de combustió de tots els cilindres i prendre els paràmetres de funcionament simultàniament. Es recomanable prendre les pressions màximes als dos motors en la mateixa navegació, així com fer-ho amb els motors a bon regim	2	1:30	750
<b>T08</b>	Comprovar el buit del Visatron	Comprovar el detector de boira en el carter. Comprovar la pressió negativa en el capsal de medició (rang de 60-80mm de columna d'aigua)	1	0:40	750
<b>T09</b>	Comprovar els instruments de medició	Comprovar els termòmetres, manòmetres, sensors i cablejat. Reemplaçar els defectuosos	1	4:00	750

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
<b>T10</b>	Enviar mostres d'oli al laboratori	S'agafaran mostres del motor i s'enviaran al laboratori	1	0:50	1000
<b>T11</b>	Comprovar el dispar magnètic per sobrevelocitat	Observar que el dispar electromagnètic de sobrevelocitat actua primer. Comprovar el funcionament i velocitat del disparo. Consultar especificacions del fabricant en el llibre C	2	0:20	3750
<b>T12</b>	Comprovar les parades de seguretat	Per baixa pressió d'oli. Per alta temperatura d'aigua. Per baixa pressió d'oli en la reductora. Per boira en el carter	2	2:00	3750

Taula 6 Proves

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
<b>L01</b>	Lubricar el arbre de regulació de combustible	Retirar la coberta del arbre de regulació, accionar la parada d'emergència, alleugerar tot el varillatge, a la vegada que es lubriquen les ròtules i coixinets	1	2:50	750
<b>L02</b>	Alleugerar el mecanisme del virador	S'engrassa i alleugera el mecanisme del virador, aquesta operació només es pot fer amb el motor desembragat	1	2:00	750
<b>L03</b>	Canviar el oli lubricant del regulador	Canviar el oli lubricant. També es netejarà el filtre	1	2:00	2000
<b>L04</b>	Canviar el oli lubricant del virador	Canviar el oli lubricant	1	1:20	30000

Taula 7 Lubrificacions

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
E01	Neteja del compressor RM43C	S'ha de netejar la etapa del compressor amb el motor a temperatura d'operació i a plena carga, a ser possible, amb el turbocompressor a velocitat alta (rpm)	1	0:40	24
E02	Neteja de la turbina RM43C	Neteja humida de la turbina i el anell de injecció a baixes temperatures dels cilindres i sense carga del motor	1	1:20	150
E03	Neteja del filtre automàtic	Desmuntar i netejar el filtre quan el seu pressòstat diferencial d'oli indiqui que està brut. Al tancar novament comprovar que no hi hagi cap pèrdua	2	1:00	A requeriment
E04	Neteja dels sensors de velocitat	Neteja dels sensors de velocitat (pick-up), comprovant la distancia i el collament	2	0:30	500
E05	Neteja dels dents del volant	Netejar els dents del volant mitjançant una brotxa de gasoil per tenir bona senyal els sensors de velocitat	2	0:40	500
E06	Apretar els carrets flexibles d'aigua i d'oli	Comprovar el collament dels carrets flexibles de les tuberías de entrada i sortida al motor dels circuits de aigua AT i BT i d'oli	2	0:30	1000
E07	Canvi dels filtres de bronze del visatron	Netejar el filtre d'infrarojos i substituir el filtre de bronze sintetitzat en el capçal del detector. ATENCIÓ;els filtres no es poden netejar	1	0:40	1500
E08	Neteja del refredador d'aire de carga	Comprovar/ netejar els costats d'aigua i d'aire del refredador d'aire de carga. Comprovar que les platines deflectores d'aire estiguin en bon estat	1	2:20	4000
E09	Filtre d'aire de compressió	Desmuntar i netejar el filtre d'aire comprimit	1	0:20	7500
E10	Canviar el filtre del reductor de pressió	Reemplaçar el filtre de bronze sintetitzat en el reductor de pressió que subministra aire al visatron	1	0:40	7500

Taula 8 Reposicions elementals

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
<b>P01</b>	Neteja del filtre doble d'oli	Procedir a la neteja del filtre doble d'oli de servei. Hi ha un pressòstat diferencial que ens indica quan el filtre esta brut	2	1:00	1000
<b>P02</b>	Neteja del filtre de combustible	Procedir a la neteja del filtre doble de combustible. Hi ha un pressòstat diferencial que ens indica quan el filtre esta brut	2	1:00	1000
<b>P03</b>	Vàlvula per arrancar	Desmuntar la vàlvula i tornar-la a muntar canviant les juntes tòriques i el cargol nou	1	1:20	7500
<b>P04</b>	Varillatge del regulador	Desmuntar la unió del varillatge regulador de la bomba d'injecció per accedir a la brida de la palanca articulada, retirar els casquets i canviar-los per uns de nous	1	6:00	7500
<b>P05</b>	Canviar les tuberes dels injectors	Reemplaçar la tubera per una nova. Comprovar la elevació efectiva de la agulla. Comprovar les molles. Reemplaçar tòriques. Ajustar la pressió d'obertura de la tubera a un banc de proves per injectors. Reemplaçar la vàlvula completa si fos necessari	3	1:20	7500
<b>P06</b>	Regulador de temperatura de l'aigua de refrigeració	Desmuntar el regulador de temperatura del aigua de refrigeració, canviar les juntes tòriques i efectuar la comprovació de funcionament del element de regulació	1	1:00	7500
<b>P07</b>	Culata	Dipositar la culata sobre una superfície de fusta. Desmuntar i netejar les vàlvules d'admissió, vàlvules de sortida, injector, vàlvula per arrencar i el suport del balancí	1	3:00	15000
<b>P08</b>	Bomba acoblada d'aigua de AT de refrigeració	S'ha de desmuntar la bomba acoblada d'aigua de refrigeració i mirar si el rodet presenta cavitació, corrosió i controlar el desgast de les seves peces	2	1:20	15000
<b>P09</b>	Vàlvula limitadora de pressió de la bomba acoblada d'oli	Desmuntar i ajustar la vàlvula limitadora de pressió. El ajust de la pressió del oli lubricant s'ha de fer, ajustant la pressió de la molla, només amb el numero de revolucions nominals del motor i a la temperatura correcte de l'oli	1	1:00	15000
<b>P10</b>	Rodaments del arbre de lleves	Mesurar l'amplitud i controlar la superfície de fricció de tots els coixinets de l'arbre de lleves i els fragments del arbre de lleves des del primer cilindre. Canviar coixinets d'aquells que sigui necessari abans de tenir que canviar un fragment d'arbre de lleves	2	2:00	30000

Taula 9 Reposicions parcials

<b>Codificació</b>	<b>Feina</b>	<b>Descripció</b>	<b>Personal necessari</b>	<b>Duració</b>	<b>Periodicitat</b>
<b>G01</b>	Cargols de rebot	Canviar tots els cargols de les bombes d'injecció	2	3:00	7500
<b>G02</b>	Bombes d'injecció	Extreure totes les bombes d'injecció i comprovar-les en un banc de proves. Si canvia els elements de las bombes i les vàlvules d'impulsió, fer-ho de tos els elements. Si es canvien tots els elements de les bombes o de les vàlvules d'impulsió, la qualitat de combustible no es veurà afectat	2	2:00	15000
<b>G03</b>	Interruptors de pressió	Canviar els interruptors de pressió	1	2:00	22500
<b>G04</b>	Turbocompressor de gasos de sortida	Desmuntar, netejar i canviar l'anell de la tubera i el difusor	2	9:00	24000
<b>G05</b>	Vàlvula de seguretat	Canviar totes les vàlvules de seguretat de la culata per altres de noves	1	4:00	30000
<b>G06</b>	Coixinets de biela	Canvi de tots els coixinets de biela	4	18:00	30000
<b>G07</b>	Coixinets de fricció del cigonyal	Canvi de tots els coixinets del cigonyal	2	12:00	30000
<b>G08</b>	Segments i coixinets del pistó	Desmuntar el èmbol i canviar els coixinets i els anells d'obturació per nous	1	0:50	30000
<b>G09</b>	Casquet del buló	Medició de l'amplitud sobrant del coixinet. Renovar el coixinet del buló quan no es compleixin els criteris d'amplitud màxima tolerada en funcionament	2	1:00	30000
<b>G10</b>	Camisa del cilindre	Canvi de totes les camises. La camisa del cilindre pot experimentar diferents nivells de desgast en funció del temps de funcionament i de les condicions de servei, les quals es tenen que examinar i mesurar	3	15:00	30000

Codificació	Feina	Descripció	Personal necessari	Duració	Periodicitat
<b>G11</b>	Amortidor de vibracions de l'arbre de lleves	S'ha de canviar el amortidor de vibracions per torsió per un de nou	2	3:00	30000
<b>G12</b>	Turbocompressor de gasos de sortida	Desmuntar netejar i canviar els coixinets	2	9:00	36000
<b>G13</b>	Amortidor de vibracions	Substitució del amortidor de vibracions	2	4:00	45000

*Taula 10 Reposicions generals*

## 5.4 Manteniment depenent si el vaixell esta parat o no

En aquest apartat es comparen les hores de manteniment, segons el requeriment del estat dels motors, amb les hores disponibles reals quan el vaixell està parat o no. Per això es defineix un coeficient d'ocupació dels manteniments, que representa el coeficient de seguretat per reservar hores per altres feines de manteniment que requereix el vaixell

$$\text{Coeficient d'ocupació} = \frac{\text{Hores de manteniment}}{\text{Hores a port/navegació /parada}}$$

Estància a port (motor parat) ≤ 0,40 = 30%

En navegació ( motor no parat) ≤ 0,10 = 10%

En parada per reparació ≤ 0,70 = 70%

Treballs a motor parat	I01/ I02/ I06/ I07/ I09/ I10/I11/ I12/ I13/ I14/ I15/ I16/ I17/ I18/ I19/ I20/ I21/ I23/ I24/ I25/I26/I27/I28/T08/L01/ L02/ L03/ L04/E03/ E04/ E05/ E06/ E07/ E08/-E09/ E10/ P01/P02/ P03/ P04/ P06/ P07/P08/P09/ P10/G01/ G02/ G03/ G04/ G05/ G06/ G07/ G08/ G09/ G10/ G11/ G12/ G13	239,083333 h
------------------------	---	--------------

Taula 11

Del punt 6.3 es sap que les hores disponibles en el port son:

Hores en el port = 2997 h/ any > 240h (manteniment a motor parat)

Per tant, es podrà realitzar tots els manteniments planificats a motor parat sense alterar el pla d'exploració del vaixell, ja que només es consumeix un 8% del temps disponible. Si fos necessari, al disposar d'un marge d'hores , es podria realitzar alguna feina de reparació y realitzar altres treballs en el vaixell durant la parada

Encara que donat el pla de navegació del vaixell, aquells manteniments a motor parat, en que la seva duració superi les 4 hores , es tindrà que traslladar als dissabtes quan el vaixell estigui fent la ruta de les balears

Treballs a motor no parat	I03/ I04/ I05/ I08/T01/ T02/ T03/ T04/ T05/ T06/ T07/ T09/ T10/ T11/ T12/E01/ E02/P05/	10,8333 h
---------------------------	--	-----------

Taula 12

Suposa un 0,2% de ocupació de les hores disponibles mentre el vaixell navega. Però les hores no destinades al manteniment del motor principal son hores destinades a altres manteniments o reconeixements d'altres aparells. Per altre part, també son hores que es dediquen a la neteja dels espais de màquines

5.5 Manteniment segons la periodicitat

En aquest apartat del treball es classificar les activitats de manteniment dels motors principals per facilitar la posterior feina de creació del pla de manteniment durant un any.

Periodicitat	Nº de realitzacions a l'any	Inspecció visual	Duració	Proves	Duració	Lubricació	Duració	R. Elementals	Duració	R. Parcial	Duració	R. General	Duració	
Set Men	24	232,125		T01	5	E01		40						
		Setmanal		T02,T03	110									
		Mesnual		T05,T06	40									
	150	37,14	I01	50	T04	80	E02		80					
	500	11,142	I02,I03,I04,I05,	90	E04,E05		70							
	750	7,428			T07,T08,T09	370	L01,L02	290						
	1000	5,571			T10	50	E06		30	P01, P02	120			
	1500	3,714	I06,I07	170	E07		40							
	2000	2,7855	I08,I09	80	L03		120							
	3750	1,4856	I10,I11,I12,I13,I14	460	T11,T12	140								
	4000	1,39275	I15,I16,I17,I18	590	E08		140							
	7500	0,7428	I19	360	E09,E10		60	P03,P04,P05,P06	580	G01	180			
	15000	0,3714	I20,I21,I22,I23,I24,I25,I26	4080				P07,P08,P09	320	G02	120			
	22500	0,2476								G03	120			
	24000	0,232125								G04	540			
	30000	0,1857	I27,I28	1260	L04		80	P10		120	G05,G06,G07,G08,G09,G10,G11	3230		
	36000	0,15475								G12	540			
	45000	0,1238								G13	240			
			7140		795		490		460		1140		4970	

Taula 13 Manteniment segons la periodicitat



## 6. Operativa del Vaixell

### 6.1 Hipòtesis del pla de navegació

El pla de navegació del Vaixell Martin i Soler, representa el de qualsevol que navega per la zona del Mediterrani. Aquest pla consisteix:

- **Una Varada** (la societat de classificació, en aquest cas la Bureau Veritas , estableix que cada 2 anys el vaixell té que entrar en Dic sec)  
Aquesta parada pot durar entre 10-15 dies, generalment, es fa en època de menys demanda del servei.  
Les feines que es fan primer quan el vaixell entra a dic sec, son la revisió del casc i aparells exteriors per mirar d'estar el mínim possible en dic sec ja que comporta una despesa econòmica important. La resta de treballs son realitzats al moll exterior i posteriorment es fan les proves de mar, 2 o 3 dies abans de que el vaixell surti a navegar. (en el vaixell hi havia una carpeta, on s'anaven apuntant, possibles feines que es tenien que fer)
- **Una parada per reparació**  
La durada d'aquesta parada ve donada per la quantitat de treballs que es tinguin que realitzar, generalment, es dediquen de 10 a 15 dies.
- **Una parada per reparació extraordinària**  
El temps de la parada dependrà dels treballs a realitzar.  
Aquesta pot ser deguda a una averia considerable o altres factors.

A continuació es presenta la hipòtesis de navegació de la durada d'un any per elaborar un pla de manteniment per els motors principals del Martin i Soler

**27-set-2012 al 30-abr-2013 el Martin i Soler cobreix la línia regular Tànger- Algeciras**

Dia	Sortida Tanger	Arribada a Algeciras
Tots els dies	6:00	8:30
Tots els dies	12:00	14:30
Tots els dies	18:00	20:30
DII-Dm-Dj-Dv-Ds-Dg	23:59	2:30

*Taula 14 Horari Tanger-algeciras*

## 2-maig-2013 al 20-set-2013 el Martin i Soler cobreix la línia regular entre Catalunya i les Illes

### Balears

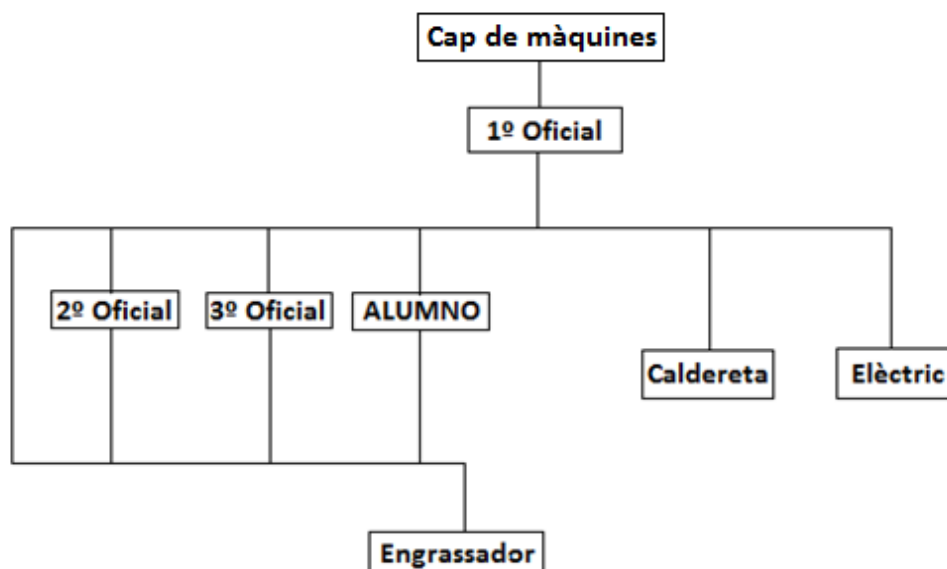
Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Disabte	Diumenge
ALC-CIUT 07:00-08:30	IBZ-BCN 12:00-22:00	ALC-CIUT 07:00-08:30	IBZ-BCN 12:00-22:00	ALC-CIUT 07:00-08:30		IBZ-BCN 12:00-22:00
CIUT-ALC 12:00-13:30	BCN-ALC 23:59-06:15	CIUT-ALC 12:00-13:30	BCN-ALC 23:59-06:15	CIUT-ALC 12:00-13:30		BCN-ALC 23:59-06:15
ALC-BCN 14:00-20:30		ALC-BCN 14:00-20:30		ALC-BCN 14:00-20:30		
BCN-IBZ 23:30-09:30		BCN-IBZ 23:30-09:30		BCN-IBZ 23:30-09:30		

*Taula 15 Horari Barcelona- Balears*

En aquest calendari any vista, observem que es contempen dos parades estratègiques, la primera de 10 dies i la segona de 5 dies. Aquest calendari no es fixa, pot variar la ruta de manera que s'hauria de mirar d'ajustar els treballs plantejats per les parades.

### **6.2 Distribució de feines i personal disponible pel manteniment**

En un vaixell, generalment la distribució del personal de màquines es la següent, definida en el organigrama



### Cap de màquines:

- Encarregat de dirigir les maniobres
- Revisar els equips crítics
- S'encarrega de omplir el diari
- S'encarrega d'avisar per fer combustible i MARPOL quan es necessari
- Dirigeix els treballs de reparació e inspecció que requereixen tallers per el funcionament del vaixell

### 1er Oficial:

- Encarregat de realitzar el manteniment de la màquina
- Realitzar les comandes dels EPI i de elements necessaris per el vaixell amb el programa AMOS
- Una de les seves funcions es revisar les feines enviades als altres oficials a través del programa AMOS i assegurar-se que es compleix
- Encarregat de revisar els MM.PP y MM.AA
- Encarregat d'organitzar i revisar les reposicions rebudes
- Realitza la neteja dels fondos de mar quan estan bruts
- Neteja de la turbina dels MM.PP y MM.AA
- Neteja dels filtres automàtics
- Encarregat de la planta sèptica

### 2on Oficial:

- Engega una vegada a la setmana el motor d'emergència
- Manteniment del Generador d'aigua dolça
- Revisa i engega una vegada a la setmana els motors del bot salvavides
- Realitza anàlisis de aigua de la caldera, economitadors, circuit de refrigeració d'alta temperatura, el circuit de refrigeració de baixa temperatura, tanques de purgues
- Manteniment de depuradores
- Control de la caldera (circuit de vapor)
- Del MM.PP y MM.AA es el encarregat de netejar i regular la pressió dels injectors
- Un cop a la setmana te que netejar la sortida dels gasos del motor principal que van al guardacalor
- Inspecció de bombes

### 3er Oficial:

- Manteniment del separador de sentines
- Purgar les botelles d'aire dels MM.AA i MM.PP
- Manteniment del compressor d'aire
- S'encarrega de passar al ordinador els partes de consum i les hores que te cada equip per saber quan es tindrà que realitzar les feines de manteniment
- Realitza els anàlisis d'aigua en el oli lubricant de tots els equips i enviar les mostres periòdicament a ser analitzades
- Encarregat de revisar els espais buits

Cada tripulant realitza una jornada de 8h, a excepció del cap de màquines dedicat a la gestió del manteniment. Per tant, es disposa de 56 hores al dia

$$(8h)1er Oficial + (8h)2on Oficial + (8h)3er Oficial + (8h) Elèctric + (8h)Caldereta + (8h)Engrasador 1 + (8h)Engrasador 2 + (8h)Engrasador 3 = 64h / dia$$

Les hores reals disponibles al any, s'obtenen considerant els dies disponibles per realitzar manteniments al any, menys aquelles hores dedicades a les maniobres y els festius (els diumenges es considera que es realitzen guàrdies però no es fa manteniment )

$$365(dies) \times 64h / dia = 23360 hores$$

$$Dies diponibles per la navegacio = 365 - 15 (parada per reparació) = 350 dies$$

*Hores de maniobres al sud d'Espanya*

$$= 1h(maniobra) \times 8 (maniobres al dia) \times 205 (dies al sud d'espanya) = 1640h de maniobres al sud d'Espanya$$

*Hores de maniobra entre barcelona – balears*

$$= 1h (maniobra) \times 18(maniobres a la setmana) \times 21 (setmanes) = 378h de maniobres entre barcelona – balears$$

$$hores reals disponibles = 23360 - 1640 - 378 = 21342h$$

### 6.3 Hores d'estància a port

D'acord amb l'Excel de l'Annex 6 en l'apartat de horaris M.I.S podem observar com obtenim els càlculs que indiquen les hores que el vaixell està parat a port entre navegació i les hores que el vaixell esta a port durant les parades per reparació

Total d'hores navegades durant un any	5571 h
Total d'hores parades durant un any	2997 h
Total d'hores parades per reparació en un any	456 h

### 6.4 Hores necessàries per realitzar el manteniment dels MM.PP

S'ha calculat la carrega de treball per avaluar la possibilitat de poder realitzar el pla de manteniment. Per això s'han descrit les operacions a dur a terme i s'ha calculat la carrega de treball tenint en compte:

- Periodicitat
- Nº de realitzacions a l'any
- Temps estimat de la operació
- Personal necessari

	<i><b>Duració total en min</b></i>
<i><b>I</b></i>	7140
<i><b>T</b></i>	795
<i><b>L</b></i>	490
<i><b>E</b></i>	520
<i><b>P</b></i>	1140
<i><b>G</b></i>	4970
	15055

*Taula 16*

### **6.5 Pla de manteniment dels motors M43C de 5 anys**

En aquest punt cal destacar que, s'ha realitzat el pla de manteniment dels motors principals complet detallat setmana a setmana del període 2013-2018, tenint amb compte els blocs d'inspecció de 5 anys que especifica la societat de classificació Boreau Veritas. En aquestes taules es pot veure un 6 mesos de manteniment amb les seves respectives parades per reparació. Per consultar el pla de manteniment complet es pot veure a l'Annex 6.

El calendari esta organitzat per setmanes, es a dir, que es col·loquen les feines que s'han de fer aquella setmana i el primer oficial es qui te que distribuir-les. Les feines, no sobrepassen el temps de parada a port ni tampoc el temps total d'hores d'estança a port en tota la setmana.




En les parades per reparació, s'aprofitarà per fer les feines d'inspecció juntament amb els inspectors de la societat de classificació del Boreau Veritas i aquelles feines imposades per possibles problemes que hagi pogut tenir la maquina durant els períodes anteriors de navegació.

Mesos																							
1								2								3							
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
I01	0:50	E05	0:40	I01	0:50	L02	2:00	I01	0:50	I02	0:40	I01	0:50	E05	0:30	I01	0:50	E07	0:40	I01	0:50	E05	0:40
I02	0:40	L01	2:50	E05	0:30	I09	0:40	T08	0:40	P02	1:00	E05	0:40	I06	0:50	L01	2:50	I11	2:00	I02	0:40	T08	0:40
P01	1:00	I18	0:20	I07	2:00	T02	1:00	I17	0:30	T02	1:00	E06	0:30	I12	3:00	T02	1:00	T02	1:00	L02	2:00	T02	1:00
T02	1:00	T02	1:00	T02	1:00	T03	0:50	T02	1:00	T03	0:50	T02	1:00	T02	1:00	T03	0:50	T03	0:50	P01	1:00	T03	0:50
T03	0:50	T03	0:50	T03	0:50	E02	1:20	T03	0:50	E02	1:20	T03	0:50	T03	0:50	T05	0:20	E02	1:20	T02	1:00	E02	1:20
P05	1:20	E02	1:20	T11	0:20	I04	0:10	T05	0:20	T04	1:20	T06	0:20	E02	1:20	I04	0:10	T10	0:50	T03	0:50	I03	0:20
T05	0:20	I03	0:20	T06	0:20					T07	1:30	I03	0:20	I05	0:20					T06	0:20		
T04	1:20			I05	0:20									T09	4:00					T04	1:20		
T09	4:00																						
11:20		7:20		6:10		6:00		4:10		7:40		4:30		11:50		6:00		6:40		8:00		4:50	

Taula 17 Planificació de 4 mesos Algeciras

Mesos																							
4								5								6							
13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24	
I01	0:50	E09	0:20	I01	0:50	I22	18:00	I01	0:50	E05	0:40	I01	0:50	E10	0:40	I01	0:50	I02	0:40	I01	0:50	E05	0:30
E05	0:30	I13	1:40	P02	1:00			I02	0:40	L02	2:00	E05	0:30	E08	2:20	P08	1:20	I21	9:00	E05	0:40	P06	1:00
T02	1:00	T02	1:00	T02	1:00			P09	1:00	I07	2:00	T08	0:40	I10	0:40	P01	1:00	T02	1:00	L01	2:50	I09	0:40
T03	0:50	T03	0:50	T03	0:50			E06	0:30	T02	1:00	I26	1:00	T02	1:00	T02	1:00	T03	0:50	I06	0:50	T02	1:00
T05	0:20	E02	1:20	T06	0:20			T02	1:00	T03	0:50	L03	2:00	T03	0:50	T03	0:50	E02	1:20	T02	1:00	T03	0:50
I05	0:20	I04	0:10	T09	4:00			T03	0:50	E02	1:20	T02	1:00	E02	1:20	T12	2:00	T09	4:00	T03	0:50	E02	1:20
T07	1:30							T05	0:20	I03	0:20	T03	0:50	I04	0:10	T05	0:20			T06	0:20	I05	0:20
								T04	1:20			T06	0:20	I08	0:40	T04	1:20			I03	0:20		
												I05	0:20	T10	0:50								
														T07	1:30								
5:20		5:20		8:00		18:00		6:30		8:10		7:30		10:00		8:40		16:50		7:40		5:40	

Taula 18 Planificació 2 mesos balears

-  Temporada Algeciras
-  Temporada Balears
-  Parada por reparación

## 7. Conclusions

En aquest treball s'han estudiat les activitats realitzades en les tasques de manteniment dels motors principals del vaixell Martin i Soler, a partir de l'experiència adquirida en el període que vaig estar embarcat, la documentació real existent del vaixell i l'ajuda que m'ha proporcionat el tutor.

Una vegada realitzat aquest estudi, s'ha fet evident la necessitat de realitzar, en qualsevol situació similar, el anàlisi exhaustiu de les feines de manteniment portat a terme en aquesta documentació, per poder valorar la carga de treball d'aquestes accions de manteniment, la seva periodicitat i la viabilitat de realitzar-los per no alterar la disponibilitat del vaixell per la navegació.

S'ha estudiat el tipus de ruta realitzada per el vaixell amb el propòsit de determinar el temps disponible per portar a terme els manteniments tan a port com en navegació, així com el temps destinat a les varades

S'ha dissenyat un pla de manteniment tenint amb compte els temps d'estància a port, als períodes de navegació y als períodes destinats a les reparacions amb el fi de realitzar tots els treballs de manteniment sense comprometre la totalitat del temps disponible ni la operativa del vaixell, realitzant aquesta programació de treballs distribuïts per setmanes perquè es puguin distribuir com millor els convingui.

Per altre banda, s'han proposat noves activitats de manteniment planificat que per ara es realitzaven sense programació. Els temps de preparació i acondicionament no s'han considerat part de d'aquestes activitats de manteniment com tampoc, com tampoc les feines diàries que es realitzen a les guàrdies de navegació com podria ser els partes de temperatures i pressions del motor.

Per acabar, el realitzar aquest treball final de carrera sobre una instal·lació real, en condicions d'explotació, m'ha servit per adquirir més coneixements de les feines que es fan als motors d'un vaixell en el seu principal entorn d'aplicació



## 8. Bibliografia

### Pàgines web:

- <http://www20.gencat.cat/portal/site/mediambient/menuitem.718bbc75771059204e9cac3bb0c0e1a0/?vgnextoid=e1809da74cd47210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnextchannel=e1809da74cd47210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD> (20/11/2012) EMAS. Reglamento (CE) Nº 1221/2009 del parlamento europeo y del consejo de 25 de noviembre de 2009. EMAS III
- [http://www.portdebarcelona.cat/home\\_apb;jsessionid=0CDC1DA9473548F4F6E4C4C3B82A4CEB.lifepro2.port.apb.es?p\\_p\\_auth=B3QALyCe&p\\_p\\_id=3&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_3\\_struts\\_action=%2Fsearch%2Fsearch](http://www.portdebarcelona.cat/home_apb;jsessionid=0CDC1DA9473548F4F6E4C4C3B82A4CEB.lifepro2.port.apb.es?p_p_auth=B3QALyCe&p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_count=1&_3_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch) (21/11/2012) gestió de residus port de barcelona
- <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Medio-Ambiente-ISO14001/> (21/11/2012) norma ISO 14001
- [www.normas-iso.com/iso-14001](http://www.normas-iso.com/iso-14001) (21/11/2012) norma ISO 14001
- [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/MARINA\\_MERCANTE/Subdireccion\\_Inspeccion/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/MARINA_MERCANTE/Subdireccion_Inspeccion/) (21/11/2012) Marpol
- [http://webserver.apba.es/portal/page?\\_pageid=394,172310&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://webserver.apba.es/portal/page?_pageid=394,172310&_dad=portal&_schema=PORTAL) (21/11/2012) gestió de residus port d'Algeciras
- <http://www.veristar.com/wps/portal/!ut/p/.s.7.0.A/7.0.15A2/.cmd/ad/.ar/sa.shipSearch/.pm/-/.c/6.1.BTD/.ce/7.1.KAU/.p/5.1.I8E/.d/3#7.1.KAU> (17/12/2012) Classe del Martin i soler por el Boreau Veritas
- [http://www.veristar.com/wps/portal/!ut/p/.s.7.0.A/7.0.1542/.cmd/ad/.ar/sa.openArticle/.pm/-/.c/6.1.109/.ce/7.1.8J2/.p/5.1.7Q2/.d/0?PC.7.1.8J2\\_publication=veristarinfo&PC.7.1.8J2\\_article=technicalpublications&PC.7.1.8J2\\_section=publications#7.1.8J2](http://www.veristar.com/wps/portal/!ut/p/.s.7.0.A/7.0.1542/.cmd/ad/.ar/sa.openArticle/.pm/-/.c/6.1.109/.ce/7.1.8J2/.p/5.1.7Q2/.d/0?PC.7.1.8J2_publication=veristarinfo&PC.7.1.8J2_article=technicalpublications&PC.7.1.8J2_section=publications#7.1.8J2) (17/12/2012) Reglamento publicat per el Boreau Veritas

### Llibres i manuals:

- Santiago Garcia Garrido- Organización y gestión integral del mantenimiento; manual práctico para la implementación de sistemas de gestión avanzado de mantenimiento industrial- Edición; 1- Editorial; Diaz de Santos el 01 de junio de 2003
- Reglamento para la construcción y clasificación de buques de acero por Bureau Veritas (en el anexo 5):
  1. Tomo A: Clasificación - Visitas
  2. Tomo B: Casco
  3. Tomo C: Maquinas – Instalaciones
- Manual del motor MAK - M43C (en el anexo 5)